

## LOS MAPAS CONCEPTUALES COMO AGENTES FACILITADORES DEL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA EN ALUMNOS DE ENSEÑANZA PRIMARIA

*Natividad Iraizo, C. P. José M<sup>a</sup> de Huarte, Pamplona, España  
Fermín M<sup>a</sup> González, Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España  
Email: fermin@unavarra.es*

**Resumen.** El trabajo de investigación que presentamos tiene como objetivos evaluar la influencia que la construcción de mapas conceptuales, considerados como instrumentos de evaluación, enseñanza y aprendizaje, tienen en el desarrollo aprendizaje significativo frente al aprendizaje memorístico-mecánico (desgraciadamente predominante en la mayoría de los centros), y también valorar el desarrollo de la inteligencia experimentado por los alumnos y medido por el BADyG (Batería de Aptitudes Diferenciales y Generales). El estudio se centró en una muestra constituida por 43 alumnos pertenecientes al Ciclo Tercero de Enseñanza Primaria (cursos 5º y 6º, 10-12 años), de un Colegio Pública de Pamplona (España).

El análisis de la evolución de los mapas conceptuales construidos por los alumnos en tres fases: inicial individual, final individual y compartidos en grupos, muestra que los alumnos han aprendido significativamente y paralelamente a este hecho, los resultados obtenidos en la aplicación del BADyG demuestran que ha tenido lugar un incremento en la inteligencia, puesto en evidencia por la evolución del cociente intelectual (CI) y de la llamada inteligencia fluida.

### 1 Introducción

Es un hecho habitual constatar cómo cuando los docentes queremos evaluar lo que nuestros alumnos aprenden nos fijamos, casi exclusivamente, en los contenidos nuevos que han adquirido tras el trabajo realizado, e inadvertidamente, dirigimos todo el trabajo intelectual de los mismos hacia un aprendizaje mecánico-memorístico. Sin embargo, son muchos los autores que diferencian en el proceso de aprendizaje dos aspectos distintos: la adquisición de contenidos, resultado del hecho intencional de instrucción y el desarrollo de procesos cognitivos, libres de contenido (Brown y Campione, 1988; Butterfield, 1988; Sternberg, 1988). Es evidente que ambos procesos interactúan.

Teniendo en cuenta lo expuesto nos propusimos que los alumnos aprendieran significativamente y en consecuencia modificaran su estructura cognitiva. Los mapas conceptuales (MMCC) fueron el hilo conductor de la práctica educativa utilizándose para las evaluaciones inicial (control de los conocimientos previos) y final, así como para el aprendizaje. Construidos, en unos casos individualmente, en otros en pequeños grupos o colectivamente; permitieron que los alumnos fueran conscientes de sus propios conocimientos y de que compartieran y consensuaran los mismos.

Además de utilizar los mapas para evaluar los cambios que se producían en sus estructuras cognitivas, se empleó el test BADyG (Batería de Aptitudes Diferenciales y Generales) (Yuste, 2001). Esta batería de pruebas permite valorar lo que Cattell (1971) y Horn (1988) denominan **inteligencia fluida** (medida, fundamentalmente a través de los factores: Analogías verbales, Series numéricas y Matrices lógicas) e **inteligencia cristalizada**, que pueden ser relacionadas directamente con aprendizaje significativo y memorístico, respectivamente. Permite, así mismo, determinar el CI de los alumnos. Mediante su aplicación se podría comprobar la mejora de la inteligencia general y, sobre todo, de la inteligencia fluida.

### 2 Desarrollo de la investigación

#### 2.1 Contexto

El trabajo de investigación que presentamos forma parte del llamado Proyecto GONCA (González y Cañas, 2003), financiado por el Departamento de Educación del Gobierno de Navarra y fue llevado a cabo durante dos cursos consecutivos en el Colegio Público José M<sup>a</sup> Huarte. En la investigación tomaron parte 43 alumnos distribuidos en dos grupos A y B (con 22 y 21 alumnos, respectivamente) y correspondientes a Tercer Ciclo de Enseñanza Primaria (grado 5º y 6º, 10-12 años). La adscripción de los alumnos a los dos grupos se hizo al azar; este dato, junto con los proporcionados por la praxis diaria de los procesos de enseñanza/ aprendizaje comunes, las opiniones de los profesores que imparten clase en ambos grupos, y las calificaciones medias similares en las distintas evaluaciones nos hacen pensar en su equivalencia. A mayor abundamiento ambos grupos presentaban características semejantes en cuanto a procedencia social, nivel cultural, características psicológicas y de escolarización. En ambos, además, se incorporaron a lo largo de la experiencia alumnos nuevos (inmigrantes, fundamentalmente) con distintos historiales educativos que les llevó a participar de forma irregular en la misma.

El proyecto se centró en el intento de que los alumnos aprendieran significativamente los contenidos propios de la Etapa, especialmente en el área de Matemáticas. Como ya se ha dicho anteriormente la construcción de MMCC tuvo un especial protagonismo en el proceso de aprendizaje, utilizándose complementariamente para su construcción el programa CmapTools (Cañas *et al.*, 2004) elaborado por el Profesor Cañas y su equipo del Institute for Human and Machine Cognition.

## 2.2 Metodología

En todo momento la experiencia fue guiada por los siguientes principios rectores:

- Que es el alumno quien aprende y sólo es él quien puede construir sus propios conocimientos.
- Que para que pueda llevarse a cabo un aprendizaje significativo (objetivo número uno de nuestro proyecto) hay que motivar al alumno para que quiera aprender de esta forma; así como facilitárselo proporcionándole materiales potencialmente significativos, basados en sus conocimientos previos y presentados adecuadamente ordenados (González y Novak, 1996).
- Y, todo ello, inmerso en un ambiente de cooperación, respeto, participación, ayuda..., que tan favorablemente contribuye a crear la elaboración de los mapas conceptuales por medio del software CmapTools.

Los materiales empleados fueron, además del ordenador, distintos útiles de medida (unidades de longitud, capacidad, masa...) dos libros de texto y cuadernos de actividades

En líneas generales se realizó teniendo en cuenta las siguientes fases:

1. Preparación del mapa de la instrucción, en colaboración con los otros dos miembros del proyecto que han trabajado en el área de Matemáticas (ver Fig.1).
2. Realización por parte de los alumnos de un mapa inicial con los siguientes conceptos: magnitudes, medida, comparación, unidades, forma compleja, longitud, capacidad, masa, tiempo, forma incompleja, naturales, sistema decimal, el palmo, el pie, el metro, el litro, el gramo, convencionales, múltiplos, submúltiplos, cambios, elemento a medir, sistema sexagesimal, el minuto, el segundo, la hora.
3. Evaluación inicial de los alumnos antes del periodo de instrucción.
4. Instrucción, propiamente dicha, señalando sus tres fases: **introducción, focalización y aplicación.**
5. Realización de un mapa conceptual (mapa intermedio) al finalizar la materia correspondiente a la medición de las magnitudes. Para su realización se empleó la misma relación de conceptos antes referida. A lo largo de la instrucción se puso especial cuidado en que los alumnos repararan y reflexionaran sobre los conceptos que se iban manejando, para ello fueron construyendo una lista con todos los que iban apareciendo, justificando su incorporación a la misma. Este mapa fue construido en grupos de dos - tres alumnos, utilizando el programa informático CmapTools. Esta forma de hacer (pequeños grupos) es habitual dado el extraordinario potencial de aprendizaje que supone compartir significados entre los alumnos, así como el valor añadido del trabajo cooperativo. Todo ello redundaba en la creación en el aula de un clima interesante de cara al trabajo y las relaciones personales.
6. A los tres meses de finalizada la instrucción, los alumnos volvieron a realizar un nuevo mapa conceptual (mapa final), en este caso individual, acerca de la misma lista de conceptos. Con el paso del tiempo se trataba de minimizar la influencia de la memoria mecánica y así descubrir qué queda realmente en la memoria semántica del alumno tras el proceso de la instrucción, conocimientos que constituirán la estructura cognitiva previa para posteriores aprendizajes.

## 2.3 Resultados

En coherencia con los objetivos propuestos y para valorar el desarrollo de la inteligencia de los alumnos se aplicó el test BADyG, al comienzo y al final del ciclo educativo. Por razones puramente operativas se aplicó únicamente al grupo B. Los resultados se muestran en los gráficos de las Figuras 2 y 3.

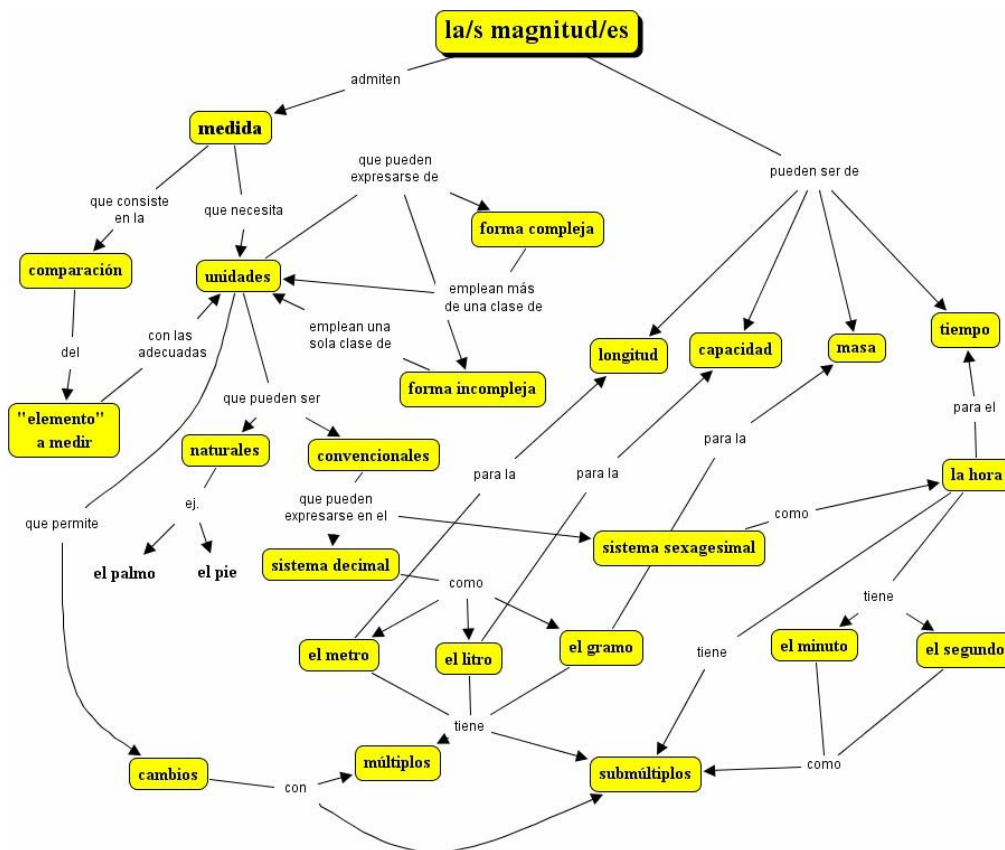


Figura 1. Mapa de la instrucción

De los aspectos que hemos estudiado en relación con la evolución de los MMCC realizados por los alumnos y que consideramos indicadores de un aprendizaje significativo (por ej.: utilización de conceptos, diferenciación de conceptos/términos de enlace, niveles jerárquicos definidos, número y calidad de las proposiciones, presencia de secuencias lineales, ordenación de lo general a lo específico, enlaces cruzados, etc.), hemos elegido como ejemplo la utilización de los conceptos en el proceso de aprendizaje (ver Tabla 1)

### 2.3.1 Inteligencia

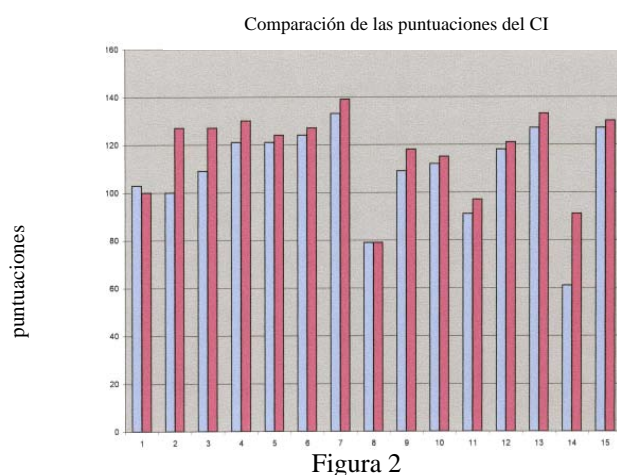


Figura 2

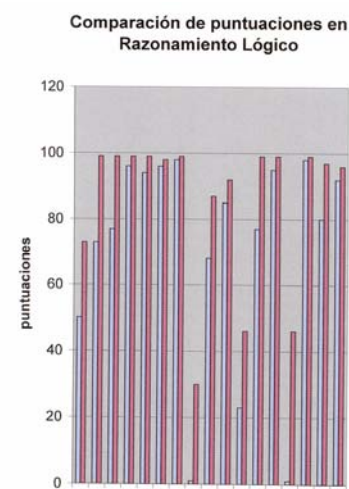


Figura 3

- Antes de la instrucción
- Después de la instrucción

En relación con los resultados de aplicación del BADyG, y, de forma general, cabe mencionarse:

- Que todos los alumnos, excepto dos, alcanzan mayor puntuación en Inteligencia General al finalizar el Ciclo; siendo en conjunto las diferencias muy significativas (0,004)
- Que todos los estudiantes mejoran significativamente en Razonamiento Lógico (inteligencia fluida).

#### 2.4 Aprendizaje significativo

Ya se ha significado con anterioridad que de entre todos los aspectos que pueden ser valorados en un mapa conceptual como indicador de aprendizaje significativo, nos hemos centrado en los conceptos. Para la realización de los tres mapas (individual inicial y final, y el compartido en grupo) se propuso a los alumnos exactamente la misma lista de conceptos.

Si tenemos en cuenta el número de conceptos empleados, en todos los casos, excepto una alumna, los mapas finales contienen un mayor número de ellos.

En el primer mapa, once alumnos emplean menos de la mitad de los propuestos (entre 7 y 13); utilizando, el resto, más de la mitad (entre 14 y 21) (media = 15,2).

En el segundo, sólo dos alumnos emplean menos de la mitad, usando el resto entre 14 y 26 (media = 21,8).

En el mapa que elaboran conjuntamente utilizan un número de conceptos semejante al mapa final (media = 22,6).

Da la impresión de que la actitud de los alumnos al inicio y al final cambia. Así, mientras para la construcción del primer mapa seleccionan aquellos conceptos de los que se sienten capaces de decir algo, en el final se obsesionan con la idea de tener que incluirlos todos (en varias ocasiones los alumnos manifiestan tal preocupación o su satisfacción por haber sido capaces de emplearlos en su totalidad). Puede, en este segundo caso, que se sientan en la “obligación” de utilizarlos puesto que todos ellos han sido manejados durante la instrucción. Esta necesidad de incorporar todos los conceptos les lleva a buscar explicaciones “ad hoc” o forzadas, al margen del contenido de la materia.

Hay, en el mapa final, una mayor incorporación de conceptos nuevos y de ejemplos no referidos en la relación, así como una mayor tendencia a abundar en informaciones conocidas.

En los mapas colectivos emplean, tal y como ha quedado dicho antes, un número de conceptos ligeramente superior al de los mapas finales. Se aprecia en los primeros, sin duda como consecuencia de la inmediatez de su construcción respecto de la instrucción, una mejor colocación y explicaciones más acertadas para los conceptos de inclusión media (unidades, sistemas de numeración, etc.). Esta información más abstracta y en algunos casos más difícil de aprender parece desaparecer con el paso del tiempo.

Pasaremos a continuación a considerar las características de los conceptos empleados y no empleados en los mapas inicial, final y compartido (ver Tabla 1).

A la vista de los conceptos empleados para la construcción del mapa inicial cabe hacer las siguientes consideraciones:

- 1º. Podemos distinguir cinco grandes grupos. El primero estaría formado por aquellos conceptos que se incorporan en pocas ocasiones (menos de 20 %), estos son: *comparación, forma compleja, forma incompleja, naturales, convencionales, cambios y elemento a medir*. Todos ellos parecen no resultar significativos en el contexto de la disciplina que nos ocupa.
- 2º. Un segundo grupo, utilizados por el 50% de los alumnos aproximadamente, son: *magnitudes, sistema decimal, sistema sexagesimal, múltiplos y submúltiplos*. Se trata de conceptos muy asociados al tema de la medida y con los que el alumno (exceptuando magnitudes) debería estar familiarizado.
- 3º. Un concepto, *unidades*, que es incorporado en sus mapas por el 70% de los alumnos. Este lo consideramos clave al hablar de medida y en él se hace, o se debiera hacer, hincapié en el área de matemáticas, tratado en sentido conceptual y no sólo mecanizado como ocurre habitualmente.
- 4º. *Medida* es usado por el 80 % de los alumnos.
- 5º. Y por último, conceptos como *longitud, capacidad, masa, tiempo, el palmo, el pie, metro, litro, gramo, minuto, segundo, hora*, son empleados por más del 85 % de los alumnos. Son, sin duda, los conceptos más concretos, más cercanos, aunque esto no debe presuponer que sean incorporados significativamente al mapa.

**Tabla 1.** Número de alumnos que no incorpora cada uno de los conceptos en los cada uno de los mapas: inicial, final y compartido.

Conceptos	Mapa inicial		Mapa final		Mapa compartido	
	número	porcentaje	número	porcentaje	número	porcentaje
magnitudes	18	46%	2	5,26%	0	0%
medida	8	20,5%	2	5,26%	4	23,5%
comparación	36	92,3%	23	60,5%	12	12%
unidades	12	30,7%	5	13,15%	1	6%
forma compleja	32	82%	7	18,42%	1	6%
forma incompleja	32	82%	5	13,15%	1	6%
longitud	1	2,5%	3	7,9%	0	0
capacidad	5	12,8%	3	7,9%	0	0
masa	6	15,4%	3	7,9%	0	0
tiempo	4	10,25%	1	2,6%	0	0
naturales	38	97,4%	15	39,5%	4	23,5%
convencionales	35	89,7%	15	39,5%	5	30%
sistema decimal	23	59%	6	15,8%	0	0
sistema sexagesimal	19	48,7	3	3,9%	0	0
el palmo	6	15,39%	2	5,26%	2	12%
el pie	5	12,6%	2	5,26%	2	12%
el metro	3	7,7%	1	2,6%	0	0
el litro	3	7,7%	2	5,26%	0	0
el gramo	2	5,13%	2	5,26%	0	0
múltiplos	24	61,5%	7	18,42%	3	18%
submúltiplos	23	59%	7	18,42%	3	18%
cambios	35	89,7%	12	31,6%	8	47%
elemento a medir	33	84,6%	14	36,8%	2	12%
minuto	4	10,25%	0	0	1	6%
segundo	4	10,25%	1	2,63%	1	6%
hora	5	12,8%	0	0	0	0

El panorama cambia casi totalmente al considerar los mapas finales; todos los conceptos, excepto comparación, son utilizados por más del 60 % de los alumnos. Cabe, también en este caso, señalar distintos grupos:

- 1º. El que correspondería al formado únicamente por el concepto *comparación*, utilizado por menos del 60 % de los alumnos. Es éste, sin duda, uno de los conceptos más abstractos que incluía la lista. Parece quedar claro que para los alumnos de esta edad resulta muy difícil explicar lo que supone medir. Intuitivamente lo hacen, son conscientes de la necesidad de una unidad adecuada al elemento

a medir y a la que se le atribuye la cualidad de fiable, pero no son capaces de expresar el proceso mismo.

- 2°. El formado por los conceptos: *naturales, convencionales, cambios y elemento a medir*. Estos siguen siendo, al igual que ocurría en el mapa inicial, de los menos utilizados. En este grupo no aparecen ya *forma compleja e incompleja*, que pasan a ser incorporados por un mayor número de alumnos. Sorprende que los conceptos *naturales y convencionales* sigan siendo de los menos seleccionados ya que a lo largo del proceso de instrucción se hizo mucho hincapié en ellos, se comentó ampliamente la desventaja del uso de medidas naturales (poca fiabilidad) y parecía ser algo que los alumnos comprendían con absoluta naturalidad.
- 3°. Igualmente sorprende que el concepto *cambios* sea aplicado por muy pocos alumnos al de *unidades*, a pesar de que gran parte de la instrucción se dedica a hacer tal tipo de operación. Los resultados obtenidos en las pruebas convencionales ponen de manifiesto que los alumnos manejan los cambios con soltura, ahora bien cabe preguntarnos ¿realmente dan significado a lo que hacen?
- 4°. Entre un 80 y un 90 por ciento de los alumnos utilizan en sus mapas los siguientes conceptos: *unidades, forma compleja, forma incompleja, longitud, capacidad, masa, sistema decimal, sistema sexagesimal, múltiplos y submúltiplos*.
- 5°. Los demás conceptos: *magnitudes, medida, tiempo, el palmo, el pie, gramo, minuto y segundo* son incorporados por más del 95 % de los alumnos; alcanzando el 100 % en los dos últimos. Exceptuando *magnitudes*, que por cierto sólo en contadas ocasiones es definida como “lo que admite medida”, los demás conceptos de este grupo coinciden con los que se incluían en el de más utilizados en el primer mapa.

No queremos dejar de comentar, tal y como ya se ha apuntado anteriormente, el hecho de que la incorporación de un concepto a un mapa suponga una utilización correcta del mismo, ya que con frecuencia, los alumnos dan explicaciones que no se corresponden con la lógica de la disciplina e incluso se sacan del contexto. Cabe destacar como ejemplo significativo la incorporación de *cambio*, por parte de un alumno, pero refiriéndose al cambio meteorológico.

En los mapas construidos en grupo aparece *comparación* como menos utilizado –sólo lo incorporan un 30 % de los alumnos- seguido de *cambios* (el 53 % lo usan). Un 70 % usan *convencionales, medida, naturales, múltiplos y submúltiplos* son empleados por un 80 % y el resto de los conceptos se distribuyen entre un 95 % (*unidades, forma compleja, forma incompleja, minuto y segundo*) y un 100 % para los demás: *magnitudes, longitud, capacidad, masa, tiempo, sistema decimal, sistema sexagesimal, el metro, el litro, el gramo y la hora*.

### 3 Conclusiones.

- La comparación de los resultados obtenidos en las dos aplicaciones del BADyG muestra que se ha producido un aumento significativo de la inteligencia general.

- En dos de las tres pruebas que miden la inteligencia fluida (Relaciones analógicas y Series numéricas) se obtienen, así mismo, incrementos significativos. Esto anima a pensar que el aprendizaje significativo, basado en gran medida en el empleo de los mapas conceptuales, contribuye al desarrollo de las estrategias y procesos de aprendizaje.

- La evolución de los mapas realizados por los alumnos ponen de manifiesto evidentes mejorías. Si consideramos los mapas como un reflejo de la forma en que los alumnos tienen estructurado el conocimiento, podemos afirmar que ahora conocen más y sobre todo mejor. Situándose los alumnos en mejor situación y disposición para futuros aprendizajes.

- La utilización del CmapTools software ha implicado activamente al alumnado en la elaboración de conocimiento, al facilitar el aprendizaje colaborativo y la construcción social de aquel. Así lo demuestra la mayor calidad de los mapas realizados en equipo.

- Finalmente como valor añadido podemos señalar que la realización de los mapas conceptuales mediante ordenador y el hecho de poder compartir significados, han generado en los alumnos una disposición

emocional/actitudinal positiva hacia el aprendizaje y consecuentemente, un desarrollo de conductas, en clase, apropiadas. Además se ha detectado, en varios casos, una implicación de las familias en este proceso.

#### 4 Agradecimientos

La investigación referenciada se desarrolló en el marco del Proyecto GONCA, y fue posible gracias a la ayuda económica otorgada por el Departamento de Educación del Gobierno de Navarra (Resolución 294/2001, de 27 de Diciembre). Queremos hacer patente nuestro agradecimiento al mismo y a los responsables del Servicio de Universidades e Investigación, y de la Dirección de Universidades y Política Lingüística .

#### 5 Referencias

- Brown, A.L. y Campione, J.C. (1988). Inteligencia académica y capacidad de aprendizaje. En Sternberg, R.J. y Detterman, D.K. (Eds.). *¿Qué es la inteligencia?* (pp. 57-62). Madrid: Pirámide.
- Butterfield, E.C. (1988). La conducta inteligente, el aprendizaje y el desarrollo cognitivo podrían explicarse con una misma teoría. En Sternberg, R.J. y Detterman, D.K. (Eds.). *¿Qué es la inteligencia?* (pp. 63-68). Madrid: Pirámide.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Gómez, G., Arroyo, M., & Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cattell, R.B. (1971). *Abilities: Structure, Growth and Action*. Boston: Houghton Mifflin.
- Cuaderno de Actividades de Matemáticas. 6º de Primaria. Ed. Vicens Vives.
- González, F. Mª. y Novak, J.D. (1996). *Aprendizaje significativo: Técnicas y aplicaciones*. Madrid: Ediciones Pedagógicas.
- González, F. y Cañas A. J. (2003). GONCA Project: Meaningful Learning Using CmapTools. *Advances in Technology-Based Education: Toward a Knowledge-Based Society. II International Conference on Multimedia ICT's in Education*. Badajoz, Spain, pp.747-750.
- Horn, J. (1988). Algunas consideraciones acerca de la inteligencia. En Sternberg, R.J. y Detterman, D.K. (Eds.). *¿Qué es la inteligencia?* (pp. 111-117). Madrid: Pirámide.
- Matemáticas 6º de Primaria. Ed. ANAYA.
- Matemáticas 6º de Primaria. Ed. Vicens Vives.
- Sternberg, R.J. (1988). La inteligencia es el autogobierno mental. En Sternberg, R. J. y Detterman, D.K. (Eds.). *¿Qué es la inteligencia?* (pp. 168-176). Madrid: Pirámide.
- Yuste, C.(2001). *Batería de Aptitudes Diferenciales y Generales*. Madrid: CEPE.